

事前評価調査書

富山県環境科学センター

整理番号	24-大-01	研究課題名	雪形の定点モニタリングによる気候変動影響把握に関する研究																																																																																																	
研究期間及び所要見込額	令和7年度～9年度	初年度	次年度	次々年度以降	全体所要額																																																																																															
		491千円	85千円	0千円	576千円																																																																																															
研究概要	<p>1 研究背景・目的</p> <p>雪形は春先に山腹に現れる残雪模様であり、かつてはその出現時期や見え方から融雪時期を把握し農作業の開始時期等の目安にしていた。現在は、農事暦としての実用性はなくなったものの、春の風物詩として多くの県民から親しまれている。一方、気候変動の影響により、本県においても融雪時期の早期化が顕在化しており、雪形についてもその出現時期や見え方に変化が生じている可能性がある。そこで、県内で観察できる雪形に着目し、過去から現在にかけて撮影された雪形の写真を収集し、年ごとの気温の変動と雪形の出現時期の関係を解析することで気候変動が雪形にもたらす影響を予測する手法を検討する。</p> <p>2 研究内容</p> <p>(1) 雪形の写真の収集 本県で観察できる雪形のうち、特によく知られている人形山（南砺市、岐阜県白川村）等の雪形を対象として、以下の方法で写真を収集する。 ①雪形の全景を定点カメラのインターバル撮影により蓄積する。（積雪期の日中、1時間毎を想定）。 ②過去に県民等が撮影した雪形の写真の提供を募る。（撮影年月日と場所を含む）</p> <p>(2) 画像処理方法の確立 国立環境研究所が公開している画像処理プログラム等を組み合わせ、雪形の写真に対して以下の処理をする方法を確立する。 ①写真の各画素における積雪／非積雪の判定 ②写真の各画素に対する地理情報の付与</p> <p>(3) 雪形出現状況の定量化 ・雪形の形状を定義し、これと(2)で処理したデータを基に雪形の出現状況を定量化する。</p> <p>(4) 解析方法の検討 ・アメダスデータやメッシュ農業気象データなどを用い、各年の気象条件等と雪形出現状況との関係について解析する。 ・雪形出現状況の長期変動を解析する方法を検討する。</p> <p>3 研究年次計画及び経費</p> <p>(1) 年次計画</p>																																																																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="3">R7年度</th> <th colspan="3">R8年度</th> <th colspan="3">R9年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>雪形の写真の収集</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>定点カメラによる撮影</td> <td>カメラ設置場所選定 機種選定、設置</td> <td colspan="3">撮影</td> <td colspan="3">撮影</td> <td colspan="3">撮影</td> </tr> <tr> <td>県民等からの収集</td> <td>収集方法の 検討</td> <td colspan="3">写真の収集</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>画像処理方法の確立</td> <td>情報収集</td> <td colspan="3">画像処理方法の検討、プログラム作成</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>雪形出現状況の定量化</td> <td>情報収集</td> <td colspan="3">定量化方法の検討、プログラム作成</td> <td colspan="3"></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>解析方法の検討</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>気象条件等と雪形出現状況の関係の解析</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td colspan="3">データ解析</td> </tr> <tr> <td>長期変動の解析方法の検討</td> <td></td><td></td><td></td> <td></td><td></td><td></td> <td colspan="3">解析方法の検討</td> </tr> </tbody> </table>							R7年度			R8年度			R9年度			雪形の写真の収集										定点カメラによる撮影	カメラ設置場所選定 機種選定、設置	撮影			撮影			撮影			県民等からの収集	収集方法の 検討	写真の収集									画像処理方法の確立	情報収集	画像処理方法の検討、プログラム作成									雪形出現状況の定量化	情報収集	定量化方法の検討、プログラム作成									解析方法の検討										気象条件等と雪形出現状況の関係の解析							データ解析			長期変動の解析方法の検討							解析方法の検討		
		R7年度			R8年度			R9年度																																																																																												
	雪形の写真の収集																																																																																																			
	定点カメラによる撮影	カメラ設置場所選定 機種選定、設置	撮影			撮影			撮影																																																																																											
	県民等からの収集	収集方法の 検討	写真の収集																																																																																																	
	画像処理方法の確立	情報収集	画像処理方法の検討、プログラム作成																																																																																																	
	雪形出現状況の定量化	情報収集	定量化方法の検討、プログラム作成																																																																																																	
	解析方法の検討																																																																																																			
	気象条件等と雪形出現状況の関係の解析							データ解析																																																																																												
長期変動の解析方法の検討							解析方法の検討																																																																																													
<p>(2) 経費（単位：千円）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>R7年度</th> <th>R8年度</th> <th>R9年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>カメラ</td> <td>150</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>スキャナ</td> <td>70</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>パソコン</td> <td>150</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>データ保存媒体（HDD等）</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>オルソ済み航空写真（4千円×4枚）</td> <td>16</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>出張旅費（つくば×2名×2回）</td> <td>85</td> <td>85</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>491</td> <td>85</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>							R7年度	R8年度	R9年度	カメラ	150	0	0	スキャナ	70	0	0	パソコン	150	0	0	データ保存媒体（HDD等）	20	0	0	オルソ済み航空写真（4千円×4枚）	16	0	0	出張旅費（つくば×2名×2回）	85	85	0	合計	491	85	0																																																															
	R7年度	R8年度	R9年度																																																																																																	
カメラ	150	0	0																																																																																																	
スキャナ	70	0	0																																																																																																	
パソコン	150	0	0																																																																																																	
データ保存媒体（HDD等）	20	0	0																																																																																																	
オルソ済み航空写真（4千円×4枚）	16	0	0																																																																																																	
出張旅費（つくば×2名×2回）	85	85	0																																																																																																	
合計	491	85	0																																																																																																	

研究の成果と実現の可能性	1 期待される成果 雪形の出現状況の継続的なモニタリングとその解析が可能になる。 雪形は標高約1,400m～1,800mに出現するため、立山室堂（標高2,400m～2,750m）で実施している融雪調査とは異なる傾向がみられることが期待できる。また、雪形の出現状況という県民にとってなじみのある指標のモニタリング結果を示すことで、地球温暖化対策やカーボンニュートラル実現に向けた取組み、気候変動適応策の普及啓発につなげることができる。		
	2 実現の可能性 環境科学センターは、令和6年度から国立環境研究所との適応型共同研究に参画し、室堂山の積雪や僧ヶ岳の雪形において定点カメラ撮影により気候変動影響を検出する手法の検討に取り組む予定であるため、その手法を参考に検討を進めることができる。		
評価結果	評価項目	内部評価委員会	外部評価委員会
	① 必要性	3.3	3.6
	② 新規性・独創性	4.3	4.2
	③ 年次計画の適切性	3.9	3.8
	④ 経費の妥当性	4.0	3.9
	⑤ 期待される成果	3.8	3.6
	⑥ 実現の可能性	4.0	3.9
	総合評価 (個別評価平均値)	3.9	3.8
	(参考) 個別評価基準	5：良好 4：概ね良好 3：普通 2：一部見直し 1：全面見直し	
	総合評価基準	4-5：良好（計画どおり実施） 3-4：概ね良好（計画どおり実施） 2-3：普通（計画どおり実施） 1-2：不良（一部見直し） 1：不良（全面見直し）	
意見等	(内部評価委員会)		
	(1) 県民の啓発が目的であれば、貴センターにおいて、既に近未来における立山連峰の積雪分布の変化をアニメーション化する研究を実施済みであり、必要性や新規性の面で再考の余地があります。精度の面でも、様々な要素に左右される雪形を指標として予測するより、例えば農用地における気温の変化などを直接的に予測したほうが、具体的な適応策を推進するうえで有用ではないでしょうか。仮にこの研究がなくても気候変動に対する適応策を推進する必要があることは既に共通の理解であり、まずは研究によって適応策を推進するターゲットを定めたいうえで、それに適した研究内容を検討すべきだと思います。		
	(2) 多くの写真の提供を受けることができるように、一般からの写真の収集方法を工夫いただきたい。		
	(3-1) 県民の興味が高く、わかりやすい「雪形」に着目していること、また画像解析技術を活用することは評価できる。見える化した形での発信や、DXとも絡めた子どもの環境教育への活用も検討してほしい。		
	(3-2) 県民等から集めたデータについては、位置情報（座標）や日付といった情報整理が困難なことが予想される。十分注意して進められたい。		
	(3-3) 経年変化が解析できるよう、できるだけ古いデータ収集に努めてほしい。		
	(4) 画像解析技術は、将来を見据えたコア技術の一つになる可能性がありますので、しっかりと取り組んでいただき、途切れることのないよう引き継いでいただくよう希望します。		
	(5) 地域の文化的伝承を科学的に定量化することで、温暖化が将来の農業などの産業、観光など経済、社会に及ぼす影響を広くとらえられる可能性があるユニークな研究であり期待している。		
(6) 立山室堂での研究結果も含めた解析・考察もぜひ行ってほしい。			
(7) 過去から現在までのデータを比較することで温暖化傾向をわかりやすく伝える新たな指標となってよいと思います。			

(外部評価委員会)

(1) 雪形出現状況という県民の関心の高い指標を解析し、気候変動影響を把握するという目的は十分に理解できる。しかし、気候変動との関連を把握するには3ヶ年で得られる情報はデータ量として少なく、過去の雪形データを収集するためには広く県民から募集する必要がある。その際の解析方法（撮影年の降雪量、気温データ、撮影月等との関連解析）を事前に、十分に検討する必要がある。また、同じ雪形でも、出現メカニズムのことなる僧ヶ岳との比較から、気候変動についてより詳細な影響が解明されることが期待される。

(2) 雪形に着目し、画像処理と組み合わせて解析するというところが興味深いと思います。また、県民も一緒に取り組めるところもよいと思います。研究と県民への啓発を兼ねた独創的な取組だと思います。

(3) 県民が常々目にして山岳部の雪形の変化を気候変動影響把握に用いることで、気候変動に対する緩和策などに関する県民の理解と関心涵養を測ることができる興味深い課題である。

過去のセンターの研究で温暖化による雪形の変化のシミュレーションが行われ、県民へのデータ公開などが行われたと記憶しているが、それに対してどのような新規性があるのかが若干曖昧である。画像の取得と解析を行うとされているが解析も単なる二値化解析による面積算出にとどまっている印象があり、近年急速に進むディープラーニングによる画像学習などを活用すれば、今後の雪形の画像からどのような季候条件が推測されるのかなどのツールの構築ができるのではないかと期待される。またスマートフォンアプリなどとしてこの成果を実装できれば、立山以外の他の山岳地域における評価にもつながると期待される。

以上より、研究の進め方について若干の検討が行われることにより、より目的に即した研究となることが期待される。

(4) 雪形の出現に至るプロセスを雪氷水文学に解明することが必要とされる。この点に注意して研究手法・調査方法を改善し、実施して頂きたい。同類の研究が過去に行われていないか、行われている場合は何が課題となっているのかについて、しっかりとレビューをして頂きたい。

(5) 面白い着眼点であり、研究としても、県民向けとしても期待できる。現地や近隣での気温や積雪深など関連気象データの地道な収集や解析が重要であろう。また、雪形が見えている、消えたの判定は客観化すべきであろう。

今回対象とする雪形だけでなく、県内の他の雪形の写真もこれを機に募集・収集してはいかがだろうか。研究成果が有望であったときに後継研究の初動が円滑になることが期待できると思う。

(6) 県民になじみの深い雪形を利用して気候変動への意識向上に取り組む点で意義があると感じる。そのうえで、国立環境研究所との適応型共同研究で実施している研究内容との違いについても強調すべきと思う。最近の15年は最深積雪が100cmを超えることが少なくなっているため、それよりも古い画像データを収集できるとよいが、どれくらいまでさかのぼる必要があるかと考えているか。またその見込みはあるか。

(7) 精度の面でも、様々な要素に左右される雪形を指標として予測するより、気温の変化などを直接的に予測したほうが、具体的な適応策を推進するうえで有用かなとも思いました。

(8) 富山らしい着眼点で大変面白く、県民にも気候変動に関心を持ってもらうきっかけとなることが期待できる研究テーマであると想料されます。

各年の出現状況やその長期変動を解析、立山室堂における融雪調査と比較した結果から何が言えるのか、地域特有の状況に合わせた気候変動適応策を提案・推進に結び付けるのは難しい面もあろうかと想料されますが、成果が上げられることを期待しています。

(9) 雪形の定点観察による気候変動の影響を測る手法はユニークな研究と考えます。また、現地に行かなくても影響が分かれば費用的な効果も大きいと考えます。

降雪量の影響も十分考慮し研究を進めてもらいたい。

措 置	<p>(環境科学センターの対応) (内部評価委員会)</p> <p>(1) 本研究では、県南西部の標高 1,500m 付近の山岳部を対象として、気候変動が積雪・融雪に及ぼす影響を予測することを目的としている。県東部に連なる 3,000m 級の北アルプスとは異なり、県南西部の山々は標高 1,500m に満たない中低山が大部分を占めていることから、この地域特有の気候変動影響を考慮したうえで、県民生活や事業活動のうちどのような影響をターゲットにして、どのようにそれを回避・軽減するのかを明確にするために必要な研究であると考えている。本研究では「多くの県民に親しまれている雪形」の「画像解析」を手法としている。これにより、数多く存在しているであろう過去の雪形の写真を活用し、過去に遡って解析することが可能になり、この地域・標高帯における気候変動影響をより正確に把握する上で有用な情報を得られると考えている。</p> <p>また、副次的な効果として、県民への啓発につながると考えている。地域で長く伝承され親しまれてきた雪形を対象とした気候変動影響の研究に写真提供という形で県民を巻き込むことに加え、本研究の成果の見える化した形での発信や環境教育への活用により、地球温暖化対策や気候変動適応策の推進に寄与すると考えている。</p> <p>(2) 過去に遡った解析を充実させられるよう、様々な収集方法を検討する。</p> <p>(3-1) 研究成果の発信や環境教育への活用においては、県民にとってわかりやすい形となるよう工夫していきたい。 (3-2) 写真の位置情報と撮影年月日は本解析にとって重要な情報なので、注意して進めていく。 (3-3) 過去に遡った解析を充実させられるよう、収集方法を工夫していきたい。</p> <p>(4) 画像解析については、国立環境研究所と連携し、技術を定着できるよう努めていく。</p> <p>(5) 国立環境研究所と連携し、事前準備を進めていく。</p> <p>(6) 立山室堂の調査結果との比較、解析も実施していきたい。</p> <p>(7) 過去に遡った解析を充実させるため、より多くの写真を収集できるよう工夫していきたい。</p> <p>(外部評価委員会)</p> <p>(1) 過去に遡っての解析を充実させられるように、写真の収集方法を工夫する。また、雪形の出現メカニズムを考慮して解析できるよう、事前に解析方法を十分検討する。</p> <p>(2) 写真の収集に県民を巻き込むほか、研究成果の見える化して発信し、環境教育に活用することで、県民の気候変動やその対策への関心を高めることにつなげたいと考えている。</p> <p>(3) 過去に当センターでは、温暖化による立山連峰の雪の消長の様子をシミュレーションし公開しているが、ご指摘のとおり気候変動による山岳地域の積雪・融雪状況への影響を把握するという点では特に新規性はない。しかしながら、今回は雪形という県民に親しみのあるツールを使うことで研究が県民にとってより身近なものと感じていただけたと考えている。 画像学習を活用したツールの構築やスマートフォンアプリへの実装などについては、今後研究を進める中で検討する。</p> <p>(4) 積雪時期や融雪時期の気候、気象条件、地形の影響など、雪形が出現する際に起こっている現象を考慮し、事前に解析方法を検討する。同類の研究について事前に調査し、参考にして進めていく。</p> <p>(5) 事前に解析方法を十分検討し、必要な気象データを収集できるよう準備する。また、人形山や僧ヶ岳の雪形のほかに、多くの写真が収集できる見込みのある雪形があれば、本研究と同時に写真収集を始めることを検討する。</p> <p>(6) 今回の研究は、適応型共同研究で実施している僧ヶ岳での研究内容をベースに実施する予定にしている。 過去の写真については、気候変動影響が顕在化する前の写真を収集できればよいと考え、現在いろいろな収集方法を模索しているが、収集できる見込みについては現段階では不明である。</p> <p>(7) ご指摘のとおり、本研究を具体的な適応策に結び付けるのは難しいと思いますので、指標化までを目的として進めていく。</p> <p>(8) 本研究を具体的な適応策に結び付けるのは難しいと思うが、研究成果の見える化して発信することで、県民に気候変動について関心を持ってもらい、緩和策・適応策の推進につなげたいと考えている。</p> <p>(9) 降雪量のほか、各年の気候や気象条件等も考慮し解析を進める。</p>
--------	--

様式第1号

事前評価調査書

富山県環境科学センター

整理番号	24-水-01	研究課題名	富山湾沿岸の植物プランクトンと栄養塩濃度に関する研究																		
研究期間及び所要見込額	令和7年度～9年度	初年度	650千円	次年度	500千円																
		次々年度以降	500千円	全体所要額	1650千円																
研究概要	<p>1 研究背景・目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 内部生産により生成される植物プランクトン由来の有機物は化学的酸素消費量（COD）を増大させ、特に夏季において水質の環境基準値超過の原因となっている。 植物プランクトンの増殖には、水温や日射などの自然的要因に加えて、海水中の栄養塩濃度が影響を与えており、人為活動によって窒素やリンが過剰に供給された海域では、増殖が進行し、赤潮の原因となる。 一方、栄養塩の供給は海面養殖やブルーカーボンとなる藻場の育成に必要な不可欠であり、供給量のバランスを保つことが求められる。 本研究では、高COD時等に有害赤潮の原因となるプランクトンの優占状況の確認を行うとともに、富山湾の海水の培養実験や栄養塩測定により、植物プランクトンの成長制限要因を確認し、栄養塩供給と植物プランクトン増殖の関係を明らかにする。 <p>2 研究内容</p> <p>(1) 植物プランクトンの培養実験</p> <p>① 河川水からの栄養塩供給による影響把握</p> <p>現地にて採水した海水及び河川水を混合し、植物プランクトンを培養することにより、河川からの栄養塩供給の影響を定量する。また、河川水の栄養塩特性についても調査する。</p> <p>【調査地点】 小矢部川河口海域、神通川河口海域、早月川河口海域</p> <p>【調査時期】 5, 8, 11, 2月</p> <p>【測定項目】 培養前後の有機物量、chl-a、栄養塩濃度（海水・河川水）</p> <p>② 成長制限要因の特定</p> <p>海水に栄養塩を添加し培養することにより、植物プランクトンの成長を制限している要因を明らかにする。</p> <p>【調査地点】 小矢部川河口海域、神通川河口海域、早月川河口海域</p> <p>【調査時期】 5, 8, 11, 2月</p> <p>【測定項目】 培養前後の有機物量、chl-a、栄養塩濃度</p> <p>(2) 有害赤潮の原因となる渦鞭毛藻類等の優占確認</p> <p>(1)で培養した海水及び高COD時の海水中の有害赤潮の原因となる植物プランクトン等の優占状況を位相差顕微鏡観察にて確認する。</p> <p>【調査地点】 (1)と同じ</p> <p>【調査時期】 (1)の培養試験実施時及び3～9月のCOD環境基準値超過時</p> <p>【測定項目】 植物プランクトン種</p> <p>(3) 富山湾の栄養塩実態調査</p> <p>富山湾の地点ごとの栄養塩特性や季節変動を把握するため、深度別の栄養塩濃度等を測定する。</p> <p>【調査時期】 毎月（公共用水域の水質調査と併せて実施）</p> <p>【測定項目】 栄養塩濃度、全窒素・全りん、Chl-a※、D0※、水温※、塩分※</p> <p>※ CTD（他項目水質計）による連続測定</p> <p>3 研究年次計画及び経費</p> <p><研究年次計画></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>R7</th> <th>R8</th> <th>R9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1)</td> <td>河川水からの栄養塩供給による影響把握</td> <td>成長制限要因の特定</td> <td>追加調査・まとめ (栄養塩添加量や水温等を変化させて培養)</td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td colspan="2">植物プランクトン優占状況の確認（随時）</td> <td>まとめ</td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td colspan="3">調査・分析（毎月）</td> </tr> </tbody> </table> <p><経費></p> <ul style="list-style-type: none"> 培養用器具一式（培養瓶、光源等） 150千円（初年度のみ） 試薬類（固定試薬、分析試薬） 250千円/年 消耗品一式（採水容器、プレパラート等） 50千円/年 CTD校正費用 200千円/年 ※ 位相差顕微鏡、恒温槽については、当センターが所有しているものを使用するため費用はかからない 						R7	R8	R9	(1)	河川水からの栄養塩供給による影響把握	成長制限要因の特定	追加調査・まとめ (栄養塩添加量や水温等を変化させて培養)	(2)	植物プランクトン優占状況の確認（随時）		まとめ	(3)	調査・分析（毎月）		
		R7	R8	R9																	
(1)	河川水からの栄養塩供給による影響把握	成長制限要因の特定	追加調査・まとめ (栄養塩添加量や水温等を変化させて培養)																		
(2)	植物プランクトン優占状況の確認（随時）		まとめ																		
(3)	調査・分析（毎月）																				
研究の成果と実現の可能性	<p>1 期待される成果</p> <ul style="list-style-type: none"> 富山湾の植物プランクトンの成長制限要因の解明により、海の豊かさと環境基準達成を両立するための窒素・リンの供給管理方針についての資料となる。 <p>2 実現の可能性</p> <ul style="list-style-type: none"> 採水並びにCOD及び栄養塩等の分析については、現地調査を通常業務と併せて実施するため、調査費用等が軽減される。 海域のCODに関する国立環境研究所及び他の地方環境研究所との共同研究（Ⅱ型共同研究）に参画しており、情報共有体制が構築されている。 																				

	評価項目	内部評価委員会	外部評価委員会
	評価結果	① 必要性	3.8
② 新規性・独創性		3.6	3.2
③ 年次計画の適切性		3.9	3.4
④ 経費の妥当性		4.4	3.8
⑤ 期待される成果		3.4	3.2
⑥ 実現の可能性		3.8	3.6
	総合評価 (個別評価平均値)	3.8	3.5
	(参考) 個別評価基準	5 : 良好 4 : 概ね良好 3 : 普通 2 : 一部見直し 1 : 全面見直し	
	総合評価基準	4-5 : 良 (計画どおり実施) 3-4 : 概ね良好 (計画どおり実施) 2-3 : 普通 (計画どおり実施) 1-2 : 不良 (一部見直し) 1 : 不良 (全面見直し)	
意見等	(内部評価委員会)		
	(1-1) 平均的には、海域のCODとクロロフィルaの間に相関があること、内部生産由来のCODが総CODの3割程度であることは理解できますが、今回の研究の趣旨を踏まえると、測定1回ごとのバラつき(例えばCODが高くてクロロフィルaが低い事例、あるいはその逆の事例があったり、内部生産CODの割合が3割を大きく上回る事例、あるいはその逆の事例があったりすること)が、解析に当たっての大きな支障になるように思います。		
	(1-2) 優占種については、仮にCODに変動がなくても、季節や天候などで変動することが考えられるだけでなく、限られた地点・時間で試料採取を行わざるを得ないため偶然性にも左右される可能性があります(同程度のCODが観測された複数のケースを比較した場合でも、植物プランクトンの数や種類が一定にならない)。		
	(1-3) これまでの測定結果の偏差を考えたときに、本当に計画どおりに解析ができるのか、事前によく検討しておく必要があるように思います。		
	(1-4) この研究によって得られる成果が、窒素・リンの供給管理方針にどのように反映(例えば上乗せ規制を検討するなど)されるのかが示されておらず、必要性について疑問を感じます。		
	(2-1) 渦鞭毛藻類の発生条件や高COD(増殖)時の優占種については、多くの要因との関連性の解析や評価が難しいと思われる。Ⅱ型共同研究での情報共有などで円滑に進めてほしい。		
	(2-2) 深さ方向の検討・解析については、説明資料ではあまり読み取れなかったが、しっかり行っていただきたい。		
	(3) 培養方法の参考としたマニュアルを明示・説明しておくべきと考えます。		
	(4) 植物プランクトンは種類が多く、初心者では同定がかなり難しい。また、赤潮の原因となるプランクトンについても知見が必要なため、環日本海環境協力センターなど、県内の専門機関や専門家とも協力しながら研究を進めて行っていただきたい。		
	(外部評価委員会)		
(1) 先行研究により夏季におけるCODの増大に内部生産が寄与していることがすでに解明され、環境面では、2012年以降、富山湾での赤潮確認回数はほぼ年間ゼロ、環境基準の達成率も100%と良好な状態を維持している。一方、河川からの窒素・リンの供給が今後とも低下傾向にあるとすれば、植物プランクトンの増殖が抑制され、環境面の悪影響より「海の豊かさ」への影響が懸念される。したがって、「海洋生態系において重要な役割」を果たす植物プランクトンを維持するために必要な栄養塩供給の解明により重点をおくべきではないか。			
(2) プランクトンとCODの関係を明らかにすることにより、対策のために有用であると思います。 日本のある地域では、プランクトンが少なくて魚が育たないという問題がありますが、富山ではそのような問題は起こっていないのでしょうか。プランクトンが減少した場合の対策にも応用できるのかもしれないと思いました。			
(3) 富山湾の環境変化と植物プランクトンの増殖特性の相関をみることで、プランクトンの情報から水域の「健康状態」を推測できる興味深く、県としても重要な課題であると考えますが、研究計画はこれまでやられてきた栄養塩の調査と無理矢理紐付けている印象が拭えない。ラボベースでのプランクトン培養試験であるが、過去の国内外の研究等において栄養塩とプランクトンの増殖特性にはある程度の知見があるのではないかと。それを踏まえて、ある程度予想させる成果とそれを富山湾の環境に実装するための戦略を構築しておかないと、単に実験を行っただけという結果になる不安を感じた。研究の構築方法について所内あるいは所外の関係者との議論や助言指導を通して、「正しい研究手法」に基づいた研究として展開されることを強く望む。			
(4) まずは、同類の研究が過去に行われていないか、行われている場合は何が課題となっているのかについて、しっかりとレビューをして頂きたいと思います。			
(5) 重要かつ興味深い研究である。成長制限要因を特定する培養実験では、窒素やリンなど個別の位置物質を減らしたときの影響も確認できる実験設計を工夫していただきたい。			
(6) 植物プランクトンの成長制限をコントロールするよりもむしろ栄養塩の供給を管理すべきと思うが植物プランクトンの発生抑制と、「豊かな海」の両立にむけての展望はいかがか。			
(7-1) 以前の課題で、河川と深層から供給される栄養塩が水質に及ぼす影響を検討されたと思いますが、その知見は今回の研究の(1)及び(2)のどこかに反映されているのでしょうか？			
(7-2) そもそも富山湾では赤潮や貧栄養化はほとんど発生していないと思いますが、いかがでしょうか？栄養塩管理については、瀬戸内海などとは状況が大きく異なるような気もしますが、富山湾で渦鞭毛藻が優先となる(なった)ことはあるのでしょうか？季節的にはあり得るのでしょうか？			
(8) 研究内容(1)(2)については、河川水と海水を混合して生物種を限定せずに培養する場合、両方に様々な物質や植物プランクトン等の生物が含まれていて、各々相互作用があるため、再現性を確保した上で、影響を評価したり要因を特定したりする際、困難を伴う事が想定されます。ご存知の事と史料されますが、マイクロゾウムやメソゾウム実験といった手法もありますのでご参考にしていただければ幸いです。研究内容(3)については、富山湾の海の幸との関連も分析いただければ幸いです。			
(9) 河川水の流入は季節、気候の影響大きく、その影響をよく評価する必要があると考えます。			

措 置	<p>(環境科学センターの対応) (内部評価委員会)</p> <p>(1-1) 測定回数が少なく事例ごとのばらつきができることが予想されるため、例えば水産研究所の定期調査時に併せて採水するなど、測定回数を増やす方法についても検討していきたい。</p> <p>(1-2) 富山湾における COD と植物プランクトンの関連を一般化することは難しいとの指摘を踏まえ、有害赤潮の原因となる渦鞭毛藻が優占となっていないかという点に重点をおいて解析するよう研究計画の見直しを行う。</p> <p>(1-3) 令和 6 年度中に測定を実施し、その結果を踏まえ、必要に応じて研究計画の見直しを行う。</p> <p>(1-4) 先行研究において河川水中の窒素・リン濃度が減少傾向にあることを報告しており、今後も排水処理技術の向上や汚水処理人口の増加により減少していくことが予想される。一方で、海面養殖やブルーカーボンとなる藻場の育成の観点からみると、一定量の栄養塩が河川から供給されることが必要となることから、環境基準達成と海の豊かさの両立を図れるよう、下水処理施設の栄養塩管理運転の実施など濃度を増加させる手法も含めて、供給管理を行っていくための基本的な資料となることを目指す。</p> <p>(2-1) 有害赤潮の原因となる渦鞭毛藻が優占となる事例の有無について検討することを最優先とし、追加の解析・評価の実施については、Ⅱ型共同研究の枠組みなどを活用しながら検討していきたい。</p> <p>(2-2) 富山湾の栄養塩実態調査では、表層から 10m 層までの採水に加え、多項目水質計 (CTD) を用いて 50m までの深度の測定を実施する。</p> <p>(3) 外部評価委員会の際には、培養方法の参考としたマニュアルを明示・説明する。</p> <p>(4) 植物プランクトンの同定については、まずは、有害赤潮の原因となる渦鞭毛藻が優占となる事例の有無について検討することを最優先とし、追加の解析・評価の実施については、環日本海環境協力センターなど、県内の専門機関や専門家と協力しながら検討していきたい。</p> <p>(外部評価委員会)</p> <p>(1) 「海の豊かさ」については、県民の関心が高い事項であることは承知しているが、環境基準の達成率を高水準で維持することも、県民の安心に繋がるものであると考えており、あくまで本研究では「海の豊かさ」との「両立」を目指したい。</p> <p>(2) 現状、富山湾におけるプランクトンの不足による漁業等への影響は確認されていない。今後も県水産研究所等と連絡を密にとりながら情報収集に努めたい。</p> <p>(3) 研究の実施に先立ち先行研究のレビューをしっかりと行い、県水産研究所や環日本海環境協力センターなどの所外関係者とも連携しながら研究の手法や成果の活用等について検討したい。</p> <p>(4) 研究の実施にあたっては、先行研究のレビューをしっかりと行い、課題の整理等を行うとともに、必要に応じて研究内容の見直しを実施したい。</p> <p>(5) 栄養塩の増加だけでなく、減少させた場合の培養実験の実施についても、手法等を模索していきたい。</p> <p>(6) 河川からの栄養塩供給管理を行うためには、事前に富山湾沿岸域における植物プランクトンの成長制限に係る知見を得ることが必要と考えており、その成果を踏まえ、「豊かな海」の両立に向けた河川からの栄養塩供給管理の検討を行っていきたい。</p> <p>(7-1) 前課題では、深層及び河川の COD と塩分量から河川からの影響を評価したが、内部生産については直接的な測定を実施しておらず、得られた知見は限定的であったことから、本研究では、培養試験を通じて内部生産による影響を定量化することを目的としている。</p> <p>(7-2) 海面養殖の増加やブルーカーボンとなる藻場の造成など、必要とされる栄養塩や植物プランクトンの量は増加していくと考えられ、本研究はそれを見据えた基礎研究として実施するものである。沿岸海域の水質が改善された近年における植物プランクトン優占種の知見は有していないが、ケイ素が豊富に存在する富山湾沿岸域において、通常、渦鞭毛藻が優占となることはないと思われる。本研究で通常時及び栄養塩添加時に渦鞭毛藻が優占とならないことを実測により確認することで、県民の安心につなげたい。</p> <p>(8) 本研究では採水時の植物プランクトンの状態を考慮した COD 等への影響を評価するため、海水そのものの生産能力を評価する AGP 試験ではなく、バイオアッセイによる手法で実施することを予定している。研究の実施に先立ち、先行研究のレビューをしっかりと行い、手法等について検討したい。</p> <p>(9) 採水時河川の状況や、気象状況なども考慮し、評価を行っていきたい。</p>
--------	--

様式第 2 号

中間評価調書

富山県環境科学センター

整理番号	22-大-01	研究課題名	大気中のマイクロプラスチックの実態解明															
研究期間及び所要見込額	令和 5 年度 ～ 7 年度	前年度以前	当年度	翌年度以降	全体所要額													
		450 千円	400 千円	300 千円	1,150 千円													
研究概要	<p>1 研究背景・目的 近年、海洋中だけでなく都市や山岳などの大気中にもマイクロプラスチック (MPs) が存在することが報告されている。プラスチックは水に溶けないため、呼吸によって肺の奥に入ってしまうと排出されにくく、微小粒子状物質 (PM_{2.5}) やアスベストと同じように健康影響が懸念されることから、その実態解明が進められている。 このうち、早稲田大学の大河内研究室では「大気中マイクロプラスチックの実態解明と健康影響評価」として、全国の平野部のほか、関東・中部の大都市の影響を受けやすい富士山頂の MPs 調査などを進めている。この度、同研究室から、立山地区における越境大気汚染の実態調査の実績がある当センターに対して共同調査の打診があったことを踏まえ、立山室堂及び富山平野における大気中の MPs の調査を実施し、その実態解明に貢献することを目的とする。</p>																	
	<p>2 研究内容 (1) 分析方法の検討：捕集した試料を顕微 FT-IR (フーリエ変換赤外分光光度計) で分析するための前処理方法 (火山ガスに含まれる硫黄の影響除去など) の検討、県 (薬事総合研究開発センター) 保有機器で分析した場合の精度の確認などを実施する。 (2) 実態把握及び影響評価：越境輸送の影響を受けやすいと考えられる立山室堂 (標高 2,450m) 及び平野部の環境科学センター (小杉太閤山) で大気試料を採取し、大気中のマイクロプラスチックの数濃度及び組成について調べるとともに、質量濃度への換算方法について検討する。同時に越境大気汚染、黄砂、海塩の指標となる Pb、Ca、Na 等の分析を行い、気象データやトラジェクトリ (流跡線) 解析等と組み合わせて越境輸送や海洋の影響について検討する。</p>																	
	<p>3 研究年次計画及び経費</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>計画</th> <th>経費</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 年目</td> <td>分析方法の検討、試料捕集、分析・解析</td> <td>ろ過装置一式：300 千円、フィルタ類：30 千円、バイアル：20 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：40 千円、綿白衣・綿手袋等：20 千円、旅費：30 千円 (別途) 備品：クリーンベンチ 2 台：510 千円</td> </tr> <tr> <td>2 年目</td> <td>試料捕集、分析・解析</td> <td>FT-IR 分析用ろ過部品：150 千円、フィルタ類：100 千円、バイアル：40 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：60 千円、綿手袋等：10 千円、旅費：30 千円</td> </tr> <tr> <td>3 年目</td> <td>試料捕集、分析・解析、とりまとめ</td> <td>フィルタ類：100 千円、バイアル：40 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：40 千円、綿手袋等：10 千円、旅費：100 千円</td> </tr> </tbody> </table>							計画	経費	1 年目	分析方法の検討、試料捕集、分析・解析	ろ過装置一式：300 千円、フィルタ類：30 千円、バイアル：20 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：40 千円、綿白衣・綿手袋等：20 千円、旅費：30 千円 (別途) 備品：クリーンベンチ 2 台：510 千円	2 年目	試料捕集、分析・解析	FT-IR 分析用ろ過部品：150 千円、フィルタ類：100 千円、バイアル：40 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：60 千円、綿手袋等：10 千円、旅費：30 千円	3 年目	試料捕集、分析・解析、とりまとめ	フィルタ類：100 千円、バイアル：40 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：40 千円、綿手袋等：10 千円、旅費：100 千円
		計画	経費															
1 年目	分析方法の検討、試料捕集、分析・解析	ろ過装置一式：300 千円、フィルタ類：30 千円、バイアル：20 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：40 千円、綿白衣・綿手袋等：20 千円、旅費：30 千円 (別途) 備品：クリーンベンチ 2 台：510 千円																
2 年目	試料捕集、分析・解析	FT-IR 分析用ろ過部品：150 千円、フィルタ類：100 千円、バイアル：40 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：60 千円、綿手袋等：10 千円、旅費：30 千円																
3 年目	試料捕集、分析・解析、とりまとめ	フィルタ類：100 千円、バイアル：40 千円、試薬：10 千円、積雪採取容器：40 千円、綿手袋等：10 千円、旅費：100 千円																
<p>1 研究計画に照らした進捗状況 (1) 分析方法の検討：早稲田大でブランクの低減対策、前処理・分析方法を学び、マイクロプラスチック調査に適した分析環境を整備した。日本各地の分析結果との比較のため、分析は早稲田大の機器で実施することとなった。 (2) 実態把握及び影響評価：R6 年 1 月に環境科学センター (小杉太閤山) で大気試料を、R6 年 3 月に立山室堂で積雪試料を捕集した。2 年目は全国調査にあわせて季節ごとに環境科学センターで大気試料を採取するとともに、これまでに採取した試料の前処理・分析・解析を行う。</p> <p>2 年次別実績 1 年目：分析方法の検討及び大気・積雪試料の捕集を実施。分析・解析は 2 年目以降に実施。</p>																		
今後の見通し	<p>1 今後の研究方針 ・早稲田大との共同研究として、早稲田大と同様のサンプリング方法・前処理方法・分析方法を用いて分析・解析を行う。 ・分析は熟練した早稲田大の学生に依頼し、データ解析をセンターで行う予定である。 ・立山室堂における大気試料の採取を 2 年目 (秋季) 及び 3 年目 (春季) に実施し、越境汚染や日本海の影響について検討する。</p> <p>2 実現の可能性 ・大気及び積雪試料の捕集は問題なく実施されており、前処理体制は整ったため、着実に成果は得られると考えられる。 ・早稲田大と共同研究により、富士山を含めて全国各地の結果との比較が可能である。 ・質量濃度への換算方法については非常に困難であり、早稲田大とともに検討中である。</p> <p>3 成果の活用策 ・これまで不明であった本県における大気中マイクロプラスチックの実態について県民に公表できるとともに、全国的な実態の解明につながる。 ・本県のマイクロプラスチックの状況や特徴が把握できることで、将来的に対策が必要となった場合に速やかに対応することが可能となる。</p>																	

評価項目	内部評価委員会	外部評価委員会
	① 進捗度	3.8
② 実現の可能性	4.3	4.0
③ 成果の活用策	3.8	4.0
総合評価 (個別評価平均値)	3.9	3.9
(参考) 個別評価基準	5:良好 4:概ね良好 3:普通 2:一部見直し 1:全面見直し	
総合評価基準	4-5:良好(計画どおり実施) 3-4:概ね良好(計画どおり実施) 2-3:普通(計画どおり実施) 1-2:不良(一部見直し) 1:不良(全面見直し)	

意見等	<p>(内部評価委員会)</p> <p>(1) 現時点では、大気中のマイクロプラスチックの健康影響に関する評価が確立していないため、研究成果(研究データ)の公表に当たっては、県民の不安をあおることのないよう配慮してください。</p> <p>(2) 本研究に係る前処理・分析技術の習得についても検討いただきたい。</p> <p>(3-1) 前処理・分析がこれからということであり、進捗はやや遅い。早稲田大との連携で、適切に実施してほしい。</p> <p>(3-2) 平野部と山間部(越境汚染)、全国比較のみならず、移流量や降水量の推計、有害物質などの情報も併せて発信できるよう工夫されたい。</p> <p>(4) 外部評価委員会の際には、中途でも分析結果を示されるよう希望します。</p> <p>(5) これまで当センターに技術、知見ともなかったテーマであることから、実施に当たっては、今後も大学との協力連携を密にして取り組んでほしい。</p> <p style="text-align: right;">(外部評価の必要性 <input checked="" type="checkbox"/>有・無)</p>
	<p>(外部評価委員会)</p> <p>(1) MPs 研究立ち上げに当たって必須である、サンプリング法はじめ、クリーンな分析環境などの基盤が整備され、今後は、採取した試料からの研究成果が期待される。これまで蓄積してきた大気環境の研究成果を活用し、発生源の推測、付着物の影響などについても研究を深めていただきたい。</p> <p>(2) 空気中のマイクロプラスチックを明らかにしていくことは、重要な研究だと思います。手法が統一されていないとのことですが、そうであれば、現在用いられている手法の妥当性を示すデータは、早稲田大が持っているという理解でよいでしょうか。また、採取方法、測定方法などを早稲田大と同様と記載してあるのは、未発表の研究ゆえという理解でよろしいでしょうか。</p> <p>(3) “これまでの黄砂をはじめとした大気エアロゾルの越境輸送の成果や経験を活かし、環境研究総合推進費の課題と紐付けをしながら大気中マイクロプラの実態解明を順調に行っていると判断する。 大気エアロゾルでもそうであるが、マイクロプラもいろいろな化学物質等を吸着しているとのおもわれ、黄砂で議論されてきた「大気からの手紙」の議論がマイクロプラでもできること、アジア大陸に面して常に上空 2000 メートル台のサンプリングが容易に行える室堂の特性を活かせることなど、本センターが果たせる役割は大きいと考える。採取・評価手法は早稲田大のノウハウを使うことはもちろんのこと、本センターが有するノウハウや知見を共有されることにより、環境研究総合推進費の成果の次への展開にも繋がると期待される。 富山県の環境研究としてのみならず、世界的な環境研究にもつながる成果が得られ、本センターが主幹となった大きなプロジェクトが提案・推進されることを期待している。”</p> <p>(4) “・「富士山では観測できない越境輸送や日本海の影響を明らかにする」という目的で、富山県において調査を行う意義は大いにあると思われま。立山における調査においては、マイクロプラスチック(MP)の越境輸送や日本海の影響を考える上で重要かと思われま。一方で、ローカルな人間活動(観光産業活動等)によって発生しているMPもあり、山岳生態系に与える影響という意味では、越境輸送と合わせて、発生源や負荷量の調査・解析をする意義も大いにあるのではないかと思います。この点についても考慮して頂いた上で、更なる調査の継続を望みます。”</p> <p>(5) 早稲田大の環境研究総合推進費の共同研究として着実に進めており、研究的な成果をあげるとともに、県民の興味にも応える内容になっていると思われる。</p> <p>(6) 日本海由来のマイクロプラスチックの寄与が解明されることを期待する。海洋由来であることを識別、推定する手法の確立に努めていただきたい。</p> <p>(7) 質量濃度への換算方法について新たな知見が得られることを期待します。平野部と山間部での大気中のマイクロプラスチックの数濃度及び組成を調べるにあたっての、気象条件などの違いについても事前に検討を進めておいて頂ければと思います。”</p> <p>(8) “これまで不明であった富山県における大気中のマイクロプラスチックの実態把握や全国データとの比較が実現すれば一定の成果となる事が期待されます。ゆくゆくは健康影響評価結果とあわせて県民へ周知等できる事を期待しています。”</p> <p>(9) PM2.5の有害等はよく知られているがMPsの影響はまだ知られていない。大気中のMPsを定量的に把握する意義は大きいと考えます。ただ、質量濃度の換算方法等まだ確立していないところもあり、早稲田大学等研究機関と情報を密に進めてもらいたい。</p>

(環境科学センターの対応)
(内部評価委員会)

- (1) 着実に成果を出し、県民に必要以上の不安を与えないように配慮しながらわかりやすくデータを公表する。
- (2) 前処理については、清浄な環境下で精密さと時間が必要な作業となるが、早稲田大で実習(見学)済みであるので、確実に行っていく。分析(機器の操作)は早稲田大で行うが、データ解析はセンターで行う。データ解析にはノウハウと時間が必要と聞いているので、早稲田大で実習を受けた後、センターのPCにソフトをインストールしたうえで解析を行う予定である。
- (3-1) サンプルング及び前処理を実施するための「清浄な環境」の整備に時間がかかったため研究はやや遅れているが、着実に前処理・解析を進めていく。
- (3-2) 大気中マイクロプラスチックに付着している有害物質の情報については、早稲田大が他の研究機関と連携して調査研究を行っているため、そちらから情報を得たいと考えている。
- (4) 着実に成果を出し、県民に必要以上の不安を与えないように配慮しながらわかりやすくデータを公表していく。
- (5) これからも早稲田大や他の研究機関と協力連携して、着実に成果を出していきたい。サンプルング・前処理・解析については、複数で作業するようにしており、技術の継承を心掛けていく。

(外部評価委員会)

- (1) これまでの研究成果を活用し、化学成分についても着目して、発生源や付着物に関しても検討する。
 - (2) 大気中のマイクロプラスチックの調査についてはまだ確立された方法がないため、早稲田大学と同様の方法を用いることで、全国や富士山のデータとの比較を行うこととしている。
(例えば、どの大きさ(小ささ)の粒子まで分析するかによって、大気中のマイクロプラスチックの数濃度は大きく異なることになる。)
- 措**
- (3) 本県の特長(立山)やこれまでの黄砂や越境汚染物質の研究成果を活かして、成果をあげるよう努める。
- 置**
- (4) 越境汚染や日本海の影響だけでなく、ローカルな発生源の影響についてもぜひ検討したいと考えている。
そのためには、観光客が少なくロープ等が撤去される初冬(11月)に調査を実施できると良いのだが、施設の冬季閉鎖によりいつまで電気を使えるかという問題があるため、調査時期を含めて今後検討する。
 - (5) 着実に成果をあげて、県民に不安を与えないよう配慮しながら、成果を還元できるよう努めたい。
 - (6) 海洋由来の識別については、海塩の指標成分をあわせた解析を考えているが、それ以外の方法についても検討したい。
 - (7) 今後も早稲田大学等の研究機関と連携を密にして、質量濃度への換算方法についても検討したい。データ解析の際には、気象条件(台風、移動性高気圧等)や化学特性を含めて検討したい。”
 - (8) 着実に成果をあげて、県民に不安を与えないよう配慮しながら、成果を還元できるよう努めたい。健康影響評価については、早稲田大学の研究結果を参考に、今後、県内の試験研究機関との連携について模索したい。
 - (9) 今後も早稲田大学との連携を密にして、着実に成果をあげて、本県の状況把握に努めたい。

様式第2号

中間評価調書

富山県環境科学センター

整理番号	22-生-01	研究課題名	マイクロプラスチックの簡易判別に関する研究						
研究期間及び所要見込額	令和5年度～7年度	前年度以前		当年度		翌年度以降		全体所要額	
		400千円		400千円		400千円		1,200千円	
研究概要	<p>1 研究背景・目的 令和3年6月に環境省が公表した「河川マイクロプラスチック調査ガイドライン」で示された手法では、試料中のマイクロプラスチック（MPs）候補粒子を目視で一つひとつ取り出す必要があるため、一つの試料の調査に相当の時間と労力がかかり、広範囲での調査は困難である。一方、MPsの広域的な分布を把握することは、生活環境保全や生物保護の観点から重要であり、より簡単に効率的な調査手法が必要である。 また、同ガイドラインが対象としているのは直径1～5mmのMPsであるが、プラントンによる捕食など食物連鎖による影響を検討するうえでは、目視で取り出すことができない直径1mm以下の粒子の状況を把握することも必要になってくるものと考えられる。現状ではハイパースペクトルカメラ等の機器を用いることで簡単に判別することもできるが、高価な機械を購入する必要がある。本研究では、特別な機械を用いず、安価な消耗品で簡易的にMPsを判別する手法を目指す。</p> <p>2 研究内容 (1) 染色法を用いたMPsの簡易判別法の検討 ・染料の種類、染色機構について文献調査や専門家の意見を聞き、染料の種類を検討 ・染料の種類や濃度、溶媒の種類、酸化処理や抽出等の試料の前処理方法、染色時の温度等、判別に適した染色条件を検討 (2) 画像解析によるMPsの簡易判別法の検討 ・過去の河川調査の結果で採取されたMPsのうち9割以上を占めるポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリスチレン（PS）、ポリエチレンテレフタレート（PET）の4種を対象とする ・4種のバージン材を用いて、砂・植物等から判別しやすい前処理や撮影法（染色、紫外・可視・赤外光の照射、赤外線透過フィルム等）を検討 ・実際のMPs試料（>1mm）を上記前処理・撮影法で撮影した画像データを収集 ・画像解析や機械学習によって対象粒子がMPsかどうかを簡易的に判別するツールを開発 ・上記の簡易判別法について、より粒径の小さなMPs（<1mm）の判別に応用</p> <p>3 研究年次計画及び経費 R5年度 ・染色法を用いたMPsの簡易検出法の検討 ・前処理や撮影法の検討 R6年度 ・実際のMPs試料（>1mm）の画像データの収集 ・画像解析によるMPs（>1mm）の簡易判別方法の検討 ・実際の調査試料を用いて簡易判別が可能か動作確認 R7年度 ・簡易判別方法の顕微スケール（<1mm）への応用 ・実際の調査資料を用いて簡易判別システムの動作確認</p>								
	<p>1 研究計画に照らした進捗状況 R5年度 染色法を用いたMPsの簡易判別法の検討：前処理後の試料にはMPsの他、前処理工程で取り除ききれなかった植物や砂等が混入している。ナイルレッド等の染色試薬や溶媒の種類、照射光の波長（自然光、紫外光）等の条件を複数パターン試行し、MPsの種別、混入物を判別できる染色判別法を模索した。</p> <p>2 年次別実績 R5年度 ・ポリスチレン（PS）、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリエチレンテレフタレート（PET）のバージン材は、ナイルレッドや加熱染色液を使用することで海砂をはじめとする夾雑物と区別することができた。さらに、比重分離やナイルレッド／ヘキササン溶液の併用等により、上記4種のプラスチックごとの素材の判別も同時に行える可能性が示唆された。</p>								
今後の見通し	<p>1 今後の研究方針 染色後のプラスチックの画像を収集し、R(GB)の閾値を指定することで、サンプル中のMPsの有無を判定するシステムの開発につなげたいと考えている。</p> <p>2 実現の可能性 画像解析システムによるMPsの有無の判別は実現可能と思われる。なお、MPsの素材の判別には困難が伴うと予想される。</p> <p>3 成果の活用策 MPs調査に取組む大学等関係機関に、この簡便な調査手法を情報提供することにより実態把握が促進され、MPs削減の機運醸成につながると期待される。</p>								

評価結果	評価項目	内部評価委員会	外部評価委員会
	① 進捗度	4.3	4.3
	② 実現の可能性	3.9	4.0
	③ 成果の活用策	4.1	4.1
	総合評価 (個別評価平均値)	4.1	4.1
	(参考) 個別評価基準	5:良好 4:概ね良好 3:普通 2:一部見直し 1:全面見直し	
総合評価基準	4-5:良好(計画どおり実施) 3-4:概ね良好(計画どおり実施) 2-3:普通(計画どおり実施) 1-2:不良(一部見直し) 1:不良(全面見直し)		
意見等	(内部評価委員会)		
	(1) 染色法だけでなく、比重分離など複数の手法を組み合わせることで効率的な判別ができる可能性があることがわかり、順調に研究が進んでいるのではないかと思います。		
	(2) 素材については、主要な PE、PP が分別判定できていないほか、厚さや色などで染色が変化することであり、同定の困難さが予想される。今年度の実試料を用いた研究で課題や解決策をよく検討してほしい。		
	(3) 染色法を用いた簡易判別については、生成 AI の活用など新たな方法も取り入れており、実試料や微小粒子の素材判別での成果に期待したい。		
	(4) 判別手法を情報提供するには、わかりやすく使いやすいものとなるよう期待します。		
	(外部評価の必要性 <input checked="" type="checkbox"/> ・無)		
	(外部評価委員会)		
	(1) 染色法と分離法を組み合わせることで効率的な前処理方法を開発し、判定に AI を活用する等、順調に成果を上げている。バージン素材と風化した素材では染色後の発光が変化する可能性があり、この点は慎重に検討されたい。最終的には、この手法の判定精度と限界を明確にし、簡易判別の有用性を明らかにする必要がある。		
	(2) この手法が完成すれば、高価な装置がなくても多くの試料の一斉分析ができるようになり、さまざまな場面で活用できると思います。微小なマイクロプラスチックや実際試料にも取り組まれるとのことですが、この手法が適用可能な範囲(試料の汚れ度合いやサイズなど)についても明らかになるとよいと思いました。”		
(3) 非常に高価な分析装置を必要とするマイクロプラの判別を簡易化できる、染色とスマートフォンを用いた検出手法を共存させた課題であり、計画以上のクリアな成果が得られていると判断する。この先、目に見えないサイズのマイクロプラに向けた検討が進むと思われるが、ここで染色結果をどのように画像化できるのか、センター内部のみならず外部の専門家とも連携されて研究を着実に進められることを期待する。その一方で、得られた成果に注力するがゆえに、得られた成果をどのように県民や県行政に還元するかという戦略については若干弱いと言わざるを得ない。すでにある程度の成果がでているので、とやま環境フェアや環境月間のイベントなどを用いて、本成果を県民にアウトリーチしてリアクションを求めてみるのもよいのではないかと考える。”			
(4) 現在開発している手法を用いて、ポリスチレン (PS) については、ポリプロピレン (PP) やポリエチレン (PE) との区別が可能であることが結果から伺えました。一方で、PP と PE の区別・判別については、R%-G%プロット上では重なりを示している領域も存在し、まだ手法開発を継続する必要があるように思われます。既存の機器(樹脂判別ハンディセンサー)を用いて、本研究との精度比較をしてはどうかと思いました。レンタルサービスもあるようです。			
(5) 国内で他に類似の取組が無い前提で、本簡易判別法は画期的であると思われる。是非完遂した上で、他自治体等にも展開していただきたい。			
(6) 非常に困難なマイクロプラスチックの判別手法を、AI を活用して効率化を図ることで、この成果が広く活用されることが期待される。事前にいただいた事前評価調書には R5 年の実績として「素材の判別も同時に行える可能性が示唆」とある一方で、実現の可能性には「素材の判別には困難が伴うと予想」とあり、矛盾ではないか。わかりやすい説明を望みます。”			
(7) 機械学習に用いたサンプル数が少なすぎる気はしますが、いかがでしょうか? 今後、1mm 以上の試料と、1mm 以下の試料への応用にあって、何か進展や具体的な方法が見えてきていますでしょうか?			
(8) 成果を周知する際には、分かり易くというのはもちろんの事、精度(エラーの可能性、誤差の範囲等)も含めていただきたく、引き続きよろしくお願ひいたします。			
(9) MPs が夾雑物と区別できるようになったこと、さらに比重分離等の併用で MPs の素材の判別も行える可能性があるとのこととで研究の進捗は評価できる。実試料での区別等実現性に期待したい。			

措 置	<p>(環境科学センターの対応) (内部評価委員会)</p> <p>(1) 有用な成果を出せるよう、今後も努めていきたい。</p> <p>(2) 環境科学センターのマイクロプラスチック調査では、硬質プラスチックがシート状プラスチックよりも多く採取されているため、まずは硬質プラスチックの素材判別から検討したい。</p> <p>(3) 有用な成果を出せるよう、今後も努めていきたい。</p> <p>(4) 前処理（染色）方法については、更なる簡略化が可能か検討したいと考えている。生成 AI については、誰でも手軽に利用できるよう、指示定型句の選択肢を作成するなどの工夫を検討したい。</p>
	<p>(外部評価委員会)</p> <p>(1) バージン素材と風化した素材では染色後の発光が変化する可能性があることに留意し、この手法の判定精度と限界を明確にし、簡易判別の有用性を明らかにしたいと考えている。</p> <p>(2) 実際試料の判別に取り組む段階では、この手法が適用可能な範囲を明らかにし、簡易判別の有用性を明らかにしたいと考えている。</p> <p>(3) 外部の専門家とも連携し、研究を着実に進めていきたいと考えている。成果の還元として、今年度9月にきらめきエンジニア事業を活用し県内高校への出前科学授業に取り入れたところである。今後はとやま環境フェアや環境月間のイベントで本成果を県民にリアクションを求めていきたい。”</p> <p>(4) 既存の機器や類似の研究を参照し、手法開発の継続について検討したいと考えている。</p> <p>(5) 外部の専門家等と連携して本判別法の完遂後に他自治体等への展開を検討したい。</p> <p>(6) 事前評価調書を修正し、分かりやすい説明を心がけたい。プラスチックを染色区別する方法は確立しているが、さらに有用性を高めるため、素材判別に向けて努める。</p> <p>(7) 機械学習では特徴量の数の10倍(本判別法では特徴量(説明変数と目的変数)の数は5(R%, G%, PS, PP, PE)であるので50サンプル)が必要と言われており(Uncle Bernie's rule)、本判別法では140サンプルを用いているためサンプル数は妥当と考えている。(画像解析のためのディープラーニングのサンプル数は5,000以上は必要と言われてている。)1mm以下の試料への応用については、スマートフォンカメラ用の顕微鏡レンズを利用したいと考えている。</p> <p>(8) 成果を分かりやすく、またこの手法の判定精度と限界を明確にして周知したいと考えている。</p> <p>(9) 実際試料の判別に取り組む段階では、風化などの影響もあると予想されますが、この手法の判定精度と限界を明確にし、簡易判別の有用性を明らかにしたいと考えている。</p>

評価結果	評価項目	内部評価委員会	外部評価委員会
	① 進捗度	4.1	3.3
	② 実現の可能性	4.3	3.6
	③ 成果の活用策	4.1	3.9
総合評価 (個別評価平均値)	4.2	3.6	
(参考) 個別評価基準	5:良好 4:概ね良好 3:普通 2:一部見直し 1:全面見直し		
総合評価基準	4-5:良好(計画どおり実施) 3-4:概ね良好(計画どおり実施) 2-3:普通(計画どおり実施) 1-2:不良(一部見直し) 1:不良(全面見直し)		

意見等	(内部評価委員会)
	<p>(1) 学校現場での活用を想定し、結果のとりまとめに当たっては、なるべく一般の方にもわかりやすいものとなるようご配慮ください。</p> <p>(2) 本研究の成果を社会実装するため、研究終了後の学校等への普及策の検討を深めておいていただきたい。</p> <p>(3-1) 説明資料5ページの体育館での公表値(実況推計値)と実測値の比較において、実測のほうが上昇、下降の遅れがみられる。後段8ページの送風機を使った実験ではこの遅れの改善がみられており、周辺環境との間の熱移動等で時間のずれが生じていると思われる。そのため、時間の視点でも整理を進めてほしい。</p> <p>(3-2) 「成果の活用」において、学校や施設で周知できるツールの検討を述べているが、想定されるツールとは何か。また、同様にリスク判定するとあるが、誰が行い、どう発信・活用するのか明記されていない。もう少し具体的な内容の提示が必要と思われる。</p> <p>(4) 昨年に続き今夏も猛暑が予想される中、予定どおり学校現場での WBGT 測定が開始されつつあることで、貴重なデータ、知見が収集されるものと期待している</p> <p>(5) 得られた成果は、学校現場でリスク判定や啓発にすぐに活用できるように熱中症予防の啓発とあわせて分かり易い形で提供できるようにしていただきたい。</p> <p>(6) リスク判定に役立つツールは、簡易で使いやすいものとなるよう期待します。</p>
	(外部評価の必要性 <input checked="" type="checkbox"/> ・無)
	(外部評価委員会)
	<p>(1) 夜間に体育館の実測の WBGT 値が公表値より高くなる傾向が明らかとなった点は端緒的な成果であり、今後の解析を期待したい。気象観測点の WBGT 値を各学校の WBGT 値に補正する方法の検討が研究目的であるが、地域差が必ずしも定量的に補正されなくても、各校の現場で気温(乾球、湿球等)を実測し、それを基に WBGT 値を推測するという簡易法ありうるのではないか。本年度実施予定の聞き取り調査の結果を踏まえ、各学校で、研究成果が有効に活用される体制整備の提案に結び付けていただきたい。</p> <p>(2) この研究で、どのような時にどのくらい WBGT 値を補正したらよいかということが明らかになれば、各学校において注意すべきポイントが具体的にわかるので、有用であると思います。活動が制限されることを最小にしつつ、リスクも低減できるというように、成果を活用できると思いました。</p> <p>(3) 異常ともいえる富山県内の気温上昇が話題となった今年に、まさに求められる。「真の暑さ指数」を提供できる研究課題であり、屋内、屋外においての従来の評価値とのズレを指摘したことは評価に値すると考える。実際にデータのズレは、どのような気象、大気条件などが影響しているのであろうか、体育館で夜に特にズレが大きいというのは、建築物構造体への蓄熱の影響であろうかなど関心が尽きない。これらの因子の相関を丁寧に評価されることにより、どのような対策が望ましいかを提言できると期待される。また建物の断熱などの効果が議論されれば、今後、緊急時の避難施設にも活用されるであろう、県の施設の改修などにも行かすことができることから、そのようなアウトカムも意識して研究をまとめていかれることを期待する。</p> <p>(4) 熱中症指数(WBGT)の計算式(屋内用・屋外用)をわかりやすく説明して頂いた上で、実測値と公表値の間に生じるズレの原因について、詳しく説明して頂きたい。対象となる小学校間の違いがなぜ生じたのかについて、周辺環境の違いを考慮した考察をさらに進めて欲しい。</p> <p>(5) うまくいった場合には学校での熱中症対策に大きく貢献するはずの研究である。補正方法の検討が鍵となるので、機械学習等の利用も視野に入れつつ検討を進めて欲しい。</p> <p>(6) 猛暑日が連日続き熱中症による健康影響が極めて懸念される場所で、学校の児童生徒や県民へ注意を喚起するためにも研究の意義が大きいと考える。体育館で計測した WBGT の値と環境省が公表している値との差の特性が富山県特有のものなのか、一般化できるものなのかを深ぼりすることで、成果を広く活用できる可能性があるため、一層の推進を期待する。</p> <p>(7) 晴天時と降雨時とでは補正式(方法)が異なってくる可能性があるでしょうか? 最終的にどのようなツールを作成されるのか、もう少しクリアにしておいた方が良いでしょう。</p> <p>(8) 気候変動により熱中症防止対策の重要性がますます高まる中、着眼点としては素晴らしいと史料されます。成果である“実態に即した熱中症リスクを判定できる手法の開発”に行き着くには困難もあろうかと史料されますが、現場の状況を踏まえた熱中症対策の実施につながるよう、引き続きどうぞよろしく願い申し上げます。</p> <p>(9) 近年の気温を考えると熱中症の対応は喫緊の課題と考えます。学校により立地条件が異なるり実用性かつ正確性のあるリスク判定のできるツールを作成は困難かと思いますが、研究の成果を活かし成果が活用されることを期待します。</p>

(環境科学センターの対応)
(内部評価委員会)

- (1) 学校等の現場で容易に利用できるようなツールを検討し、まずは活用可能な成果を挙げられるよう努力したい。
 - (2) 活用可能な成果を挙げられるよう努力するとともに、成果の提供方法を検討したい。
 - (3-1) 体育館での実測の WBGT の上昇、下降の遅れが生じる条件等を検証し、時間等の視点も含めて結果を整理していく。
 - (3-2) 授業や休み時間における活動の可否を判断する際の活用を考え、主に教員が使用できるものを想定している。また、児童などにも理解できるような掲示用のサンプルを検討している。これらについては、現場での意見等をお聞きしつつ、具体内容を検討したいと考えており、作成後は県のサイトからダウンロード可能なツールを検討したい。
 - (4) 学校現場で得られるデータを整理し、活用可能な成果を挙げられるよう努力したい。
 - (5) 活用可能な成果を挙げられるよう努力するとともに、成果の提供方法を検討したい。
 - (6) 使い易さを考慮したツールを検討し、まずは活用可能な成果を挙げられるよう努力したい。
- (外部評価委員会)
- (1) 簡易法(乾球、湿球の実測)から推定する方法もありうると考えているが、まずは今年度モデル実施した WBGT 計での測定結果をもとに各地点で影響を与える項目(黒球温度、湿度など)を整理していきたい。活用法については各実施校にも聞き取りしながら活用しやすいツールを検討していきたいと考えている。
 - (2) 各学校における WBGT 値の傾向を得ることで、活動を制限するだけでなく、児童や地域の利用者各自が熱中症対策をとるための注意喚起につながると考えている。
 - (3) 今回実測した項目(気温、湿度、黒球温度、風向風速など)を整理したうえで、各地点の WBGT 値への影響の可否を調べていきたいと考えている。今回 WBGT 計を設置した体育館は、構造物の違いを考慮せず選定しており、建物の断熱の効果の有無を判断できるほど条件を揃えていない状況である。体育館の夜間のズレに関しては、有用な結果が得られた場合は教育委員会等へも情報提供を検討したい。
 - (4) 測定に用いた WBGT 計の計算式は、屋外(日射有) = $0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{気温}$ 、屋内(日射無) = $0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$ で算出され、WBGT 計によって、湿球温度を相対湿度と乾球温度などから求め、黒球温度を直径 15cm の黒球温度に換算して求められている。公表値の WBGT の計算式は、 $\text{WBGT} = 0.735 \times \text{気温} + 0.0374 \times \text{相対湿度} + 0.00292 \times \text{気温} \times \text{相対湿度} + 7.619 \times \text{全天日射量} - 4.557 \times \text{全天日射量} (2 \text{乗}) - 0.0572 \times \text{風速} - 4.064$ で算出され、今回の地点では、全天日射量は、前 10 分間の日照時間などから推計されている。そのため、WBGT の値だけでなく、周辺環境の異なる各学校における気温、湿度、風速、日射量等の他の要因についても確認することで、小学校間の違いが生じる要因等について検討したい。
 - (5) 補正方法については、各要因等を検討した後、最終的に学校の先生など一般の方でも分かり易い方法を検討したいと考えている。
 - (6) 今回測定した項目(温度、湿度、風速等)から各地点の差の要因を考察したいと考えており、県西部の一部の地域での測定になることから、他の都道府県で同様の結果が得られるか分からない状況である。今後、富山県内の別の地域でも検証したいと考えている。
 - (7) 今回対象とした熱中症予防情報サイトの公表値は、アメダス観測地点の観測結果から WBGT を算出したもので、晴天時及び降雨時を含めた観測結果が元となっている。現段階では、晴天時と降雨時とで補正方法を変えず、学校の先生など一般の方でも分かり易い単純な方法を検討したいと考えている。ご指摘を踏まえ、2年目の測定結果の解析と並行して、ツールの試作等も検討したいと考えている。
 - (8) 聞き取り結果なども考慮しつつ、現場でも利用しやすい簡易なツールの提供を検討したいと考えている。
 - (9) 学校により立地条件等がことなることから、差の要因を整理したうえで、安全面を考慮してリスク判定ができるようなツールを検討していきたいと考えている。

整理番号	20-大-01	研究課題名	長期再解析データを用いた気候変動に関する研究																																				
研究期間及び 所要見込額	令和3年度～7年度	前年度以前	1,000千円	当年度	200千円	翌年度以降	200千円	全体所要額	1,400千円																														
		研究概要	1 研究背景・目的 気候変動適応法（平成30年12月1日施行）に基づき策定された国の気候変動適応計画において、自然災害、健康影響等への適応策に資する調査研究の必要性を掲げるなど、富山県気候変動適応センターの役割を担う当センターとしても、各分野において適応策に係る調査研究の更なる推進が求められている。本研究は、過去から現在までの気候変動の研究に有用な長期再解析データ等を活用し、極端気象（大雪等）の発生要因を把握するとともに、その将来変化を推定することにより、今後の適応策の推進に貢献することを目的とする。																																				
2 研究内容 (1) 過去から現在までの災害に関連する極端気象のパターン化 テキストマイニングの手法により、県内の防災計画等から過去の災害発生時の気象状況を解析し、着目すべき項目を判定する。そのうえで、気象庁や気象研究所が作成した高解像度の格子点データセット（RC-DSJRA55、5kmメッシュ）等を活用し、県域で過去から現在までに発生した気象災害と大気場（気圧配置等）の関係を解析する。これにより、極端気象が発生する大気場のパターン化を行う。 (2) 極端気象の将来予測 温暖化に伴う極端気象の発生確率を推定するため、全国版d4PDFダウンスケーリングデータ（5kmメッシュ）及び新たに機械学習の一手法である自己組織化マップ（SOM）解析を用いて、極端気象をもたらす各パターンの発生頻度を求め、過去から現在までの変化傾向を把握する。																																							
3 研究年次計画及び経費（変更後） <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>R3～R4</th> <th>R5</th> <th>R6</th> <th>R7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>環境</td> <td>古い計算機の整備</td> <td>再構築</td> <td colspan="2">現状再現、将来予測データの入手</td> </tr> <tr> <td>検討</td> <td colspan="2">防災計画、日々の天気図等を用いたテキストマイニング</td> <td colspan="2">SOM解析プログラムの作成、可視化手法の検討、テスト計算及び本計算の実施</td> </tr> <tr> <td>解析</td> <td>コンボジット解析による極端気象のパターン化</td> <td>—</td> <td>格子点データと地点観測の対応性解析 現状・将来の大雪に係るSOM解析</td> <td>強風（可能であれば大雨） //</td> </tr> <tr> <td>発表</td> <td>研究成果発表会での発表、全環研会誌への寄稿</td> <td>—</td> <td>全環研研究集会での発表 機関長会での研究説明</td> <td>結果のまとめ 普及啓発資料の作成</td> </tr> <tr> <td>経費</td> <td>0千円</td> <td>1,000千円</td> <td>200千円</td> <td>100千円</td> </tr> </tbody> </table>										R3～R4	R5	R6	R7	環境	古い計算機の整備	再構築	現状再現、将来予測データの入手		検討	防災計画、日々の天気図等を用いたテキストマイニング		SOM解析プログラムの作成、可視化手法の検討、テスト計算及び本計算の実施		解析	コンボジット解析による極端気象のパターン化	—	格子点データと地点観測の対応性解析 現状・将来の大雪に係るSOM解析	強風（可能であれば大雨） //	発表	研究成果発表会での発表、全環研会誌への寄稿	—	全環研研究集会での発表 機関長会での研究説明	結果のまとめ 普及啓発資料の作成	経費	0千円	1,000千円	200千円	100千円	
	R3～R4		R5	R6	R7																																		
環境	古い計算機の整備	再構築	現状再現、将来予測データの入手																																				
検討	防災計画、日々の天気図等を用いたテキストマイニング		SOM解析プログラムの作成、可視化手法の検討、テスト計算及び本計算の実施																																				
解析	コンボジット解析による極端気象のパターン化	—	格子点データと地点観測の対応性解析 現状・将来の大雪に係るSOM解析	強風（可能であれば大雨） //																																			
発表	研究成果発表会での発表、全環研会誌への寄稿	—	全環研研究集会での発表 機関長会での研究説明	結果のまとめ 普及啓発資料の作成																																			
経費	0千円	1,000千円	200千円	100千円																																			
研究の進捗状況	1 研究計画に照らした進捗状況 当初は将来予測を含めない3年計画であったが、ニーズを踏まえて将来予測も実施することに変更している。R5当初までに、各委員のコメントを反映し、大雪については県域を4分割、期間は当初（1958年～2012年）の期間に加えて直近（2022年まで）を含めて解析を実施した。しかし、解析に用いた古い計算機が寿命を迎えてR5年夏には起動も困難となり、3年目に予定していた将来予測についての解析が実施できなかった。このため、進捗半ばの研究の実現に向け、R5後半は新たな計算機整備の仕様の検討（機械学習に耐えうる計算能力の確保）、必要経費の調整等を余儀なくされた。																																						
	2 年次別実績 R3 <ul style="list-style-type: none"> データ解析に使用する計算機に、Linux-OSなど必要なソフトを導入し、環境を整備した。 県内の地域防災計画及び気象庁の過去の天気図から、過去の災害の記述を抜き出し、災害（洪水、建物倒壊など）と気象要素（低気圧、梅雨前線など）の18項目に関連する文字列を抽出するためのソフト（KHコーダー）を用いて解析を実施。強風、降積雪等が抽出されるとともに強風には台風や低気圧の発達、冬型の気圧配置が密接に関係していること等が分かった。 強風は日最大風速20m/s又は日最大瞬間風速35m/s、降雪は日降雪量50cm以上を極端気象の日とし、前後各5日間を対象に、日本周辺地域における地上・海上の気温、風速、気圧などの5km格子単位データを（国研）海洋研究開発機構等のデータ統合・解析システム（DIAS）から取得した。 R4 <ul style="list-style-type: none"> 台風や爆弾低気圧について、経時的な緯度・経度の情報を取得し、「極端気象の日」に該当する11事例を解析、台風はすべて沖縄付近から近畿付近を通過する経路であった。 呉西平野部、呉東平野部、呉西山岳部、呉東山岳部の4地域における大雪（各64事例、33事例、143事例、46事例）の発生前後の気圧配置や風向・風速などを解析し、全域や呉西で大雪となるケースでは、日本海付近に風が収束して雪雲が次々に流れ込みやすくなる日本海寒帯気団収束帯（JPCZ）が発達するとともに、日本海上に低気圧が存在しており、このJPCZが西に移動すると大雪が収まること、呉東山岳部で大雪となるケースでは、上空において周辺より気圧が低い「気圧の谷」の移動が速いこと、周辺との気圧差が大きくなる「気圧の谷」の深まりが起ること、地上における気圧配置の西高東低が強まり、風が北寄りになること等の特徴がつかめた。 																																						

今後の見通し

1 今後の研究方針
 この数年の国レベルの研究プロジェクトの推進が目覚ましく、日本全域を 5km メッシュで現状気候を再現するとともに将来気候を予測する新たなデータセットが作成された。また、近年の気象学では機械学習を用いた極端気象の解析が取り上げられるようになってきた。
 これらのことから、本県の極端気象についても、より最新の将来予測データを用いた解析が実施可能と考えられることから、まず R6 年度前半は、R4 年度に対象とした大雪について SOM 解析を実施する予定である。そのために、格子点データである現状再現データと地点別のデータである過去の観測資料の対応条件（呉東平野部における現状再現データの格子点の平均値と同地域の観測地点の平均値の）を解析したうえで、SOM 解析による過去からの降雪パターンの再現性解析を実施する。R6 年度後半からは将来予測データに対して同様の解析を実施し、現状との差異を解析することにより、大雪をもたらす大気場に変化が生じるかを予測する。なお、数日前の大気場に対して同様な解析を実施することにより、短期予測の可能性についても検証する。R7 年度は、強風に対して解析を実施する予定であり、得られた知見を取りまとめることとする。

2 実現の可能性
 現状再現、将来予測データについては、データ統合・解析システム（DIAS）のサーバから順次入手中である。R6 年度から、大規模データを収容できる HDD を増設しながら収集と解析を進めていく予定。機械学習の一つである自己組織化マップ（SOM）解析については、R5 年度から京都大学、北海道大学の研究者の助言を得て解析プログラムを構築しており、本県の極端気象のパターン化に向けてテスト計算を開始している状況である。

3 成果の活用策

- 研究成果発表会、年報、ウェブページ、適応センターのニュースレター等により、県民や関係機関に成果を公表する。
- 国や全国の地方環境研究所、富山県気候変動適応研究会等と共有し、今後の気候変動適応策の検討に役立てる。
- 富山県地球温暖化防止活動推進センター（とやま環境財団）等とも連携し、温暖化の緩和及び適応のための普及啓発資材、啓発行事等で活用する。

評価項目	内部評価委員会	外部評価委員会
	① 進捗度	3.4
② 実現の可能性	4.1	4.0
③ 成果の活用策	4.1	4.2
総合評価 (個別評価平均値)	3.9	4.0
(参考) 個別評価基準	5 : 良好 4 : 概ね良好 3 : 普通 2 : 一部見直し 1 : 全面見直し	
総合評価基準	4-5 : 良好 (計画どおり実施) 3-4 : 概ね良好 (計画どおり実施) 2-3 : 普通 (計画どおり実施) 1-2 : 不良 (一部見直し) 1 : 不良 (全面見直し)	

意見等

(内部評価委員会)

(1-1) 短期的な予報については通常の天気予報が担っている（例えば、一つ一つの台風がどのように発達し、どのコースを通過し、風速や雨量はとなると予測されるか）中で、この研究で得られる成果が何に役立つのかを明確にしておく必要があるように感じます。

(1-2) 気象を入口に研究が進められていますが、成果の活用の点から、なるべく早いうちに現時点で予報システムがない項目（例えば病害虫の発生や農作物の生育など）への展開を図っていただくよう検討してください。

(2) 成果の活用について、研究者向け、県民向けの発表等の機会が検討されている。気候変動対策について理解が進むような発表等を期待する。

(3) 極端気象については、グリッドやデータセット等の問題はあってもないが、大規模災害につながりやすい大雨・豪雨の解析にも拡大できないか検討してほしい。

(外部評価の必要性) 有 無

	<p>(外部評価委員会)</p> <p>(1) 計算機の不具合という予測外の障害にも関わらず、必要な準備を重ねてこられた点は評価できる。延長された研究期間において、降雪だけでなく近年、増加している豪雨等の予測にも役立つ研究につなげていただきたい。</p> <p>(2) 大雪は、県民の大きな関心事の1つだと思いますので、この研究によって得られた成果が県の安全対策に活用できることと思います。</p> <p>(3) 地環研の財産ともいえる、長期間にわたる気象などのビックデータを活用し、突発的な気候変動を予測できる手法の解決を目指す野心的な課題である。計算機のトラブルなどもあり計画は若干延期されているが、やろうとしていることは十分に組み込まれていると判断する。得られた成果で整合性がとれないような考察がなされていると思われるが、突発的な気候変動は昔からあったのかどうか、その時期のバックグラウンドとなるビックデータと今のデータは何が違うのかなどを検討することにより、より精度の高い研究に仕上がることが期待される。</p> <p>(4) 極端気象に使える「自己組織化マップ」による解析については興味深く、今後もこの手法の長所を生かした解析を進めて頂きたい。一般の県民にも理解しやすいような解説方法についても同時に検討して頂きたい。</p> <p>(5) 極端現象時に、通常の天気予報等の予測における富山県ローカルな系統的誤差の癖を予期・指摘できるようになると大変有意義かつ興味深い。解析手法が研究者間でも難解に思われるので、県民への説明時にはしっかり工夫を凝らすことが重要と思われる。</p> <p>(6) 近年、大雪により幹線道路の立ち往生や集落の孤立が発生しており、命の危険につながる深刻な事態となっている。本研究により重点的に対策を行う地域を特定できる可能性があるため、関係機関と成果を共有して活用してほしい。</p> <p>(7) 今年度5月末から、線状降水帯の半日前予測が各地方から原則都道府県単位に細分化されました。この点も考慮して頂いて、今後、大雨・豪雨の解析にも拡張できないか再度ご検討頂ければと思います。</p> <p>(8) 大雪と強風のみならず、豪雨（線状降水帯の発生等）の将来予測にも取り組んでいただければ幸いです。</p> <p>(9) 地域に根差した研究は必要と考えるが、過去のデータを解析し、将来に向け研究成果をいかに有効に活用するか検討していただきたい。（県として極端気象の情報をいかに県民に提供し、極端気象での被害を最小限にとどめるか？）</p>
措 置	<p>(環境科学センターの対応)</p> <p>(内部評価委員会)</p> <p>(1-1) 本研究は現在と将来で強風や大雪が発生するパターンに変化が生じるか、起こりやすい場所の変化、起こる際のパターン別の頻度変化、予測可能性の変化について、知見を得るためのものである。もし本研究によりこれらについて飛躍的な進歩があれば、台風進路や大雪発生などの予測や解析に知見を与えることができるだけでなく、短期的な予報においてもアンサンブル予測結果を予報に落とし込む際に用いるガイドラインへの貢献が期待できると考えている。</p> <p>(1-2) 農業の病害虫大量発生等については、気象以外の要因もあるかと思うが、農業研究所のニーズがあれば今回の解析手法によりパターン化を探る研究についても検討したい。</p> <p>(2) 期待に沿えるよう、県民に分かりやすい形に落とし込んで発表していきたい。</p> <p>(3) 委員ご指摘のように雪と比べて雨はさらに局所的であるため、豪雨を県レベルや地域レベルで将来予測することについては高精度の温暖化予測計算データの取得が鍵となるが、現状再現については今回の解析と同じ手法を適用することが可能であり、次期研究で、優先的に取り組んでいくべき課題と考えている。</p> <p>(外部評価委員会)</p> <p>(1) 豪雨については、国レベルでも都道府県単位の短時間予測ができるようになった状況であり、県内の将来予測を実施するためには過去の災害情報を用いた現状再現計算が必要と考えられるため、解析の可否を探りたい。</p> <p>(2) 県の施策や県民の活動に活用されるよう、分かりやすい説明資料を作成したい。</p> <p>(3) 1950年頃からの長期再解析データ、現状再現データを用いた解析と、2℃上昇、4℃上昇の将来予測データを用いて自己組織化マップ解析を行うことにより、過去から将来にわたり、災害級の気象がどのような条件で発生しうるかの状況を取りまとめたい。</p> <p>(4) 今後とも自己組織化マップを活用した極端気象の解析を進めたい。また、一般にもわかりやすい説明資料を作成したい。</p> <p>(5) 富山地方気象台とも情報交換しながら、系統的な偏差の有無について探っていききたい。また、県民にもわかりやすい説明資料を作成したい。</p> <p>(6) 極端気象の発生可能性についての解析を進めることにより、地域対策に活用できる成果を目指したい。また、富山地方気象台との情報交換を始めたところであるが、成果がまとまった際には関連部局への情報提供を検討したい。</p> <p>(7) 豪雨については、国レベルでも都道府県単位の短時間予測ができるようになった状況であるため、県内の将来予測を実施するためには過去の災害情報を用いた現状再現計算が必要と考えられるため、解析の可否を探りたい。</p> <p>(8) 豪雨については、国レベルでも都道府県単位の短時間予測ができるようになった状況であるため、県内の将来予測を実施するためには過去の災害情報を用いた現状再現計算が必要と考えられるため、解析の可否を探りたい。</p> <p>(9) 極端気象の発生可能性についての解析を進めることにより、地域対策に活用できる成果を目指したい。その上で、県民に分かりやすい解説資料を作成したい。</p>

様式第 2 号

中間評価調書

富山県環境科学センター

整理番号	20-大-02	研究課題名	光化学オキシダント常時監視データの総合的解析 ～日変動値の予測～						
研究期間及び 所要見込額	令和3年度～6年度	前年度以前	900千円	当年度	300千円	翌年度以降		全体所要額	1,200千円
		研究概要	<p>1 研究背景・目的 光化学オキシダント(Ox)については、原因物質である窒素酸化物(NOx)や揮発性有機化合物(VOCs)の環境濃度が低下しているにもかかわらず、過去から環境基準が達成していない状況が続いている。本研究では、過去の常時観測データを総合的に解析し、高濃度の原因の知見を得るとともに、オキシダント値の予測手法の開発を行うことを目的とする。</p> <p>2 研究内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 本県のオキシダントの値を比較・検討するため、北陸三県(富山県、石川県、福井県)、隣接県(岐阜県、長野県、新潟県)、大都市(愛知県、京都府、大阪府、福岡県)における経年変化を調査する。 高濃度時(中部地方で120ppb以上や本県100ppb以上)における全国的な状況を踏まえた本県の状況(時間値の推移、気象条件)、移流の影響等を明らかにする。 オキシダント新指標値について他地域と比較検討する。 高濃度時及び日常的な事例(季節:春、天気:晴れ・雨、越境汚染の有・無等)を抽出し、大気汚染シミュレーションを用いて、事象の再現性を確認する。 当日の気象条件から、大気汚染シミュレーションを用いて日変動値の予測値を算出し、実測値と比較する。 <p>3 研究年次計画及び経費</p> <p><u>1年目(経費300千円)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 他地域との経年変化を比較する。 <p><u>2年目(経費300千円)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 高濃度事例のエピソード解析を行う。 シミュレーションを用いた事象の再現性を確認する。 オキシダント新指標値を用いて他地域と比較する。 <p><u>3年目(経費300千円)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 当日朝の気象条件を用いた日変動値の予測シミュレーションを行う。 						
研究の進捗状況	<p>1 研究計画に照らした進捗状況 研究計画では、2年目に実施するとしていた大気汚染シミュレーションを用いた事象の再現性の確認と3年目に実施するとしていた日変動値の予測シミュレーションについて、シミュレーションの環境構築や操作習熟に想定よりも多くの時間がかかり、3年間で実施を終えることができなかった。このため、研究期間を1年間延長し、4年目も大気汚染シミュレーションを用いた事象の再現性の確認と日変動値の予測シミュレーションに取り組むこととした。</p> <p>2 年次別実績</p> <p><u>1年目</u> 【他地域との経年変化比較】</p> <ul style="list-style-type: none"> 1993年から2019年までの北陸三県、隣接県、大都市の常時監視データを入手し、データセットとして取りまとめた。 <p><u>2年目</u> 【高濃度事例のエピソード解析】</p> <ul style="list-style-type: none"> 本県で高濃度のオキシダントが観測された2017年5月30日の前後7日間について、常時監視データや気象データを用いてオキシダント濃度が上昇する原因の解析を行った。オキシダント高濃度時には、原因物質である窒素酸化物や揮発性有機化合物(非メタン炭化水素)の濃度上昇がみられ、気温が高いという特徴があった。また、後方流跡線解析により高濃度時は、工業化が著しい中国沿岸部から本県に大気が移動していることがわかり、越境汚染の影響が示唆された。 <p>【オキシダント新指標値による評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> オキシダント新指標値を用いて、本県のオキシダント濃度の経年変化を評価し、他地域と比較した。結果、大都市(東京都、大阪府)では、過去20年間にわたりオキシダント濃度に改善傾向がみられたのに対し、本県では増減しながら概ね横ばいであり、2020年以降に大きな改善がみられた。2020年以降に本県の原因物質(窒素酸化物、非メタン炭化水素)の濃度や日照時間に大きな変化は見られないため、コロナによる経済停滞で越境汚染の影響が低下している可能性がある。 <p><u>3年目</u> 【シミュレーションを用いた事象の再現性確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> 大気汚染シミュレーション用のソフトウェア(大気質モデルCMAQや気象モデルWRF等)をLinux端末にインストールするとともに、計算に使う入力データを国立環境研究所等から入手し、計算環境を構築した。 <p><u>4年目</u> 【シミュレーションを用いた事象の再現性確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> 本県で高濃度のオキシダントが観測された2017年5月30日を含む2017年5月15日から6月6日までの期間について、上記ソフトウェアを用いシミュレーションを行い、オキシダント濃度の計算値と観測値を比較したところ、日最大値と最小値にずれはあるものの、計算値は濃度の増減の傾向を概ね再現していることを確認している。 計算結果をもとに5月30日の高濃度要因の解析を行ったところ、5月30日にかけて高濃度のオキシダントを含む大気が中国大陸上空から本県上空に移動していることがわかり、越境汚染の影響が大きいことが示唆された。 								

今後の見通し	<p>1 今後の研究方針 引き続き他の高濃度事例についてもシミュレーションを行い、再現性の確認や高濃度要因の解析に取り組むほか、日変動値の予測シミュレーションや予測精度の向上に取り組み、国立環境研究所のVENUSなど現在実施されている他の濃度予測手法について、その特徴や精度について考察し、研究をとりまとめることとしたい。</p> <p>2 実現の可能性 これまで難しかったソフトウェアのインストールが完了し、プログラムを実行する環境が整った。これまで試しているが実行可能であることから実現可能であると考え。 また、引き続き大気汚染シミュレーションに精通している国立環境研究所や他の地方環境研究所から助言をもらうことが可能である。</p> <p>3 成果の活用策 過去の高濃度事例の解析結果により得られた高濃度要因に関する知見を今後のオキシダント低減対策検討の参考とする。</p>			
	評価結果	評価項目	内部評価委員会	外部評価委員会
		① 進捗度	3.1	3.7
② 実現の可能性		3.5	3.8	
③ 成果の活用策		3.1	3.9	
総合評価 (個別評価平均値)		3.3	3.8	
(参考) 個別評価基準		5 : 良好 4 : 概ね良好 3 : 普通 2 : 一部見直し 1 : 全面見直し		
総合評価基準	4-5 : 良好 (計画どおり実施) 3-4 : 概ね良好 (計画どおり実施) 2-3 : 普通 (計画どおり実施) 1-2 : 不良 (一部見直し) 1 : 不良 (全面見直し)			
意見等	<p>(内部評価委員会)</p> <p>(1-1) 中国大陸からの移流の影響を受けた高濃度事例についてシミュレーションを用いた再現性の確認が行われていますが、研究の趣旨からすると、他の高濃度事例についても解析を行い、中国大陸からの移流以外の要因で高濃度になる事例がないのかを確認することが重要ではないかと思えます。</p> <p>(1-2) できるだけ多くの高濃度事例について解析を行い、本県で光化学オキシダントの濃度が上昇しやすい条件を検討してください。</p> <p>(2) 課題が整理されてきたので、今後の方針等にあるように、できるだけ実効性のある成果をとりまとめていただきたい。</p> <p>(3-1) 蓄積された既存データも活用し、課題である高濃度Oxの予測につなげるとの目的はよいが、データセット作成の手間や職員の習熟など課題が多いところ。実現に向けて、R6年度の研究を進めるとともに、国環研提供システムとの連携など、工夫できることがあれば取り組んでいただきたい。</p> <p>(3-2) Ox濃度については、中国大陸の大気質変化、VOCなどの規制の状況、また気候変動による気温上昇など、様々な要因で今後とも変化すると思われる。しっかりデータを蓄積して行ってほしい。</p> <p>(4) 現在取り組んでいる日変動値の予測シミュレーションとVENUS等の既存予測手法との比較をしっかりと行い、最終的な結論をまとめていただくようお願いいたします。</p>			
	(外部評価の必要性) <input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			

	<p>(外部評価委員会)</p> <p>(1) シミュレーションによるデータ解析の基盤が整備され、高濃度事例の観測値の増減傾向をほぼ再現でき、高濃度事例時の越境汚染の影響を明らかにした点は一定の前進である。今後は、規制が進み原因物質が減少するなかでの移流以外の要因による高濃度事例の解析を通じて、将来予測、対策につながる成果を上げていただきたい。</p> <p>(2) この研究成果により、光化学オキシダントの早期対策が可能になり、リスク回避のために役立つことと思います。</p> <p>(3) 光化学オキシダントの変動をシミュレーションにより再現することを目指した、デジタルツイン的な研究であり、概ね富山の変動を再現できたことは評価に値する。この成果は本センターが初めての成果となるのか、これまでに行われてきた類似の研究に対して富山県での実装に成功したという解釈になるのかが読み取れなかったが、もし新規性のある成果であるならば学術論文としての発表や、他の地域などでも同様に再現ができるかどうかなど、地環研や国環研との連携による取り組みにもつなげることができると考えられる。今後の展開をどのようにすすめるか、大いに期待したい。</p> <p>(4) 複数の委員からコメントがあったように、「オキシダント濃度の増減の傾向を概ね再現」出来た点は、評価が高いと思います。日最大値・日最小値とモデルとのズレを小さくするような工夫を今後期待したいと思います。</p> <p>(5) 自治体独自で大気汚染シミュレーションの実施体制を構築できたのは画期的である。研究を継続し、かつ、もし体制を維持・発展させることができれば、県独自の大気汚染予測を行うことも数年内には可能になるはずであり、成果の将来性は非常に大きい。</p> <p>(6) 内部評価委員の意見にもある通り、今回、説明されたケースは越境輸送による影響が大きいとの結果であったが、研究の趣旨から言えば、国内の対策効果との関連も評価できるとよい。今後、他の高濃度事例を計算により再現できるか確認することなどで、地域汚染によるケースも検討されることを期待する。一方で富山県では光化学スモッグ注意報の発令がなくなっているので、国内対策の効果との関連も含めて、その要因も追求できることが望まれる。</p> <p>(7) コメントさせて頂きましたように、中国大陸からの移流以外の原因で高濃度となる事例があるかを検討して頂ければと思います。現在取り組んでいる日変動値の予測シミュレーションと VENUS 等の既存予測手法との比較で富山県独自の何か新しい結果が得られることを期待します。</p> <p>(8) 日変動値の予測シミュレーションや予測精度の向上に取り組んでいただくことで、光化学オキシダント注意報及び警報が出ないよう予防対策、光化学オキシダントの排出抑制策につながることを期待しています。</p> <p>(9) 大陸からの越境汚染の影響が示唆されたとの研究結果だが、成果の活用策では「今後のオキシダント低減対策検討の参考とする。」となっている。大陸からの越境汚染が原因であれば低減対策は難しいと考える。本県でのオキシダントが上昇する原因を得られることを期待します。</p>
措 置	<p>(環境科学センターの対応)</p> <p>(内部評価委員会)</p> <p>(1-1) 他の複数の高濃度事例の解析を進め、移流以外の原因で高濃度となる事例がないか確認していきたい。</p> <p>(1-2) また、それらの解析結果を踏まえ、本県でオキシダント濃度が上昇しやすい条件を調べていきたい。</p> <p>(2) 他の高濃度事例の解析を進めることで本県のオキシダントが高濃度となる要因を明らかにするなど、より実効性のある成果が示されるよう研究を進めていきたい。</p> <p>(3-1) 国立環境研究所等が提供するツールの利用や他の地方環境研究所との積極的な情報交換など、研究が効率的に進むよう工夫して取り組んでいきたい。</p> <p>(3-2) 高濃度事例の解析などにより、オキシダントに関する知見を蓄積していきたい。</p> <p>(4) 取り組んでいる予測シミュレーションと既存の予測手法との比較をしっかりと行い、研究成果のとりまとめを行いたい。</p> <p>(外部評価委員会)</p> <p>(1) 今後、移流以外が原因で高濃度となった事例がないか確認し、低減対策につなげることができないか検討していきたい。</p> <p>(2) 期待いただいた成果があげられるよう研究に取り組んでいきたい。</p> <p>(3) 先行研究と同様の計算を富山県での実装に成功した研究となる。国立環境研究所と地方環境研究所の共同研究の枠組み（II 型実施共同研究）に参加しており、そのなかで本研究の手法や成果を共有し、他の自治体の参考となればよいと考えている。</p> <p>(4) 日最大値と最小値のずれを改善することは容易ではないと考えているが、評価委員会でのいただいた委員からの意見を参考して、取り組んでいきたい。</p> <p>(5) 県独自の大気汚染予測が実施できるよう研究に取り組んでいきたい。</p> <p>(6) 今後、他の高濃度事例の解析を行い、地域汚染によって高濃度となったケースがないか確認していきたい。注意報の発令がなくなっている要因についても検討していきたい。</p> <p>(7) 今後、他の高濃度事例の解析を行い、中国大陸からの移流以外の原因によって高濃度となったケースがないか確認していきたい。予測シミュレーションについて新しい成果が得られるよう取り組んでいきたい。</p> <p>(8) 期待いただいた成果があげられるよう取り組んでいきたい。</p> <p>(9) ご指摘のとおり大陸からの越境汚染の場合、低減対策につなげることは難しいですが、今後の施策展開の参考とはなると考えている。高濃度事例の解析を通じて、オキシダントが高濃度となる原因を調べていきたい。</p>